Untersuchung der Sortierungsschärfe von Sortierzylindern und Flachsieben an Dreschmaschinen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität

Halle-Wittenberg

vorgelegt

von

Dipl.-Landw. Walter Sick

aus

Mannheim

*

Halle (Saale) 1925

Meinen Eltern!

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Referent: Professor Dr. Martiny
Korreferent: Professor Dr. Steinbrück

I. Aufgabe der Untersuchung.
II. Die Versuchsanstellung.
1. Grundsätze für die technische Durchführung der Versuche.
2. Feststellung der Gleichmäßigkeit der Schlitzweiten bei Sortierzylindern.
III. Ermittlung der Sortierungsfehler.
1. Größenanalyse der von den Sorten gezogenen Proben.
a) Der „Steinecker"-Apparat.
b) Der Schüttelversuch.
c) Die Zerlegungsfehler.
d) Umrechnung der „Steinecker"-Zahlen nach dem Ausbeuteverhältnis der Sorten.
e) Graphische Darstellung der Zusammensetzung des unsortierten und des sortierten Getreides.
2. Methode für die Bewertung der Sortierungsfehler.
a) Vollkommene Sortierung und Kennzeichnung der Sortierfehler.
b) Abhängigkeit der Fehler für benachbarte Sorten.
c) Grenzkurven und Grenzfehlerflächen.
d) Grundlage für die Berechnung des Fehlerwertes der Sortierung.
e) Grundlage für die Berechnung des Fehlerwertes unter Berücksichtigung des Gewichtes (Bedeutung) der Fehler.
3. Kritik der Bewertungsmethode an Hand der Versuchsergebnisse.
4. Beispiel einer Sortierfehlerberechnung.
IV. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse und deren Kritik.
V. Zusammenfassung.

I. Aufgabe der Untersuchung.

Zur Zerlegung des von der Reinigung kommenden Getreides nach seiner Korngröße verwenden die heutigen Dreschmaschinen in der Mehrzahl Sortierzylinder. In der neueren Zeit haben einige Fabriken versucht, die teueren und empfindlichen Sortierzylinder der kleineren Dreschmaschinen durch die billigeren und widerstandsfähigeren Flachsiebe mit runden Löchern zu ersetzen.

Es entsteht die Frage, ob die Billigkeit der Flachsiebe nicht durch eine schlechtere Sortierung erkauft wird.

Diese Frage ist deshalb von Bedeutung, weil durch eine Verschlechterung der Sortierung sowohl für den Verbraucher als für den Landwirt Nachteile entstehen würden: In den Mühlen und bei der Saatgutbereitung würde die schon bisher als lästig empfundene Nachsortierung durch Aspirateur, Trieur, Schüttelausleser und Windfege noch weiter verteuert; der Landwirt würde einen geringeren Erlös für sein Getreide erzielen, weil ihm die in die II. und III. Sorte kommenden guten Körner für die I. Sorte verlorengehen und die in die I. Sorte kommenden kleinen Körner den Preis der I. Sorte drücken.

Vorliegende Arbeit versucht festzustellen, ob die Sortierungsschärfe der Flachsiebe diejenige der heute üblichen Sortierzylinder erreicht oder übertrifft.

Die Untersuchungen führen zu dem Ergebnis, daß die Flachsiebe schlechter sortieren als die Sortierzylinder, daß die Sortierungsschärfe der Sortierzylinder für die untersuchten Exemplare durch die Fehler in der Gleichmäßigkeit der Schlitzweiten der Sortierzylinder kaum beeinflußt wird, und daß daher eine Verbesserung der Sortierungsschärfe der Sortierzylinder nicht durch genauere Ausführung der Sortierzylinder, sondern auf anderem Wege, wie durch geringere spezifische Belastung oder durch Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Sortiereinrichtung erreichbar sein dürfte.

Die nachstehende Veröffentlichung bezweckt nicht nur, die Unterlagen für das vorgenannte Ergebnis zu geben, sondern auch, das hier erstmalig angewandte Verfahren der Sortierfehler-Bewertung zu zeigen; denn dieses Verfahren erscheint anwendbar bei der Auswertung von Versuchen über die Sortierungsschärfe beliebiger Maschinen (Siebmaschinen, Windfegen, Schüttelausleser, Trieur).

II. Die Versuchsanstellung.

Die Versuche wurden an Dreschmaschinen verschiedener Wirtschaften im normalen praktischen Betrieb durchgeführt. Die kennzeichnenden Größen der zur Untersuchung verwandten Maschinen sind in Tabelle 1 angegeben.

Da die Versuche an verschiedenen Stellen ohne wesentliche Störung des Dreschbetriebes durchgeführt werden mußten, so war es nicht möglich, die beiden Sortiereinrichtungen unter gleichen Arbeitsbedingungen (Ausbeuteverhältnis, Beschaffenheit der Frucht, Güte der von der Reinigung geleisteten Arbeit, Belastungsgrad der Dreschmaschine, gemessen an der von der Herstellerin angegebenen Stundenleistung) zu vergleichen. Es war auch nicht möglich, den Einfluß verschiedener Faktoren auf die Sortierung, wie Art und Größe der Frucht, Ausbeuteverhältnis, Belastung der Sortierfläche, Hubzahl der Siebe bzw. Drehzahl der Sortierzylinder, Windstärke, gesondert zu studieren, da hierzu jeweils nur der zu untersuchende Faktor hätte geändert werden dürfen, während alle anderen Faktoren hätten konstant bleiben müssen.

1. Grundsätze für die technische Durchführung der Versuche.

Gemessen wurde: 1. Drehzahl der Dreschtrommel, des Sortierzylinders und Hubzahl der Flachsiebe je Minute, 2. Versuchszeit und Menge jeder einzelnen Sorte während dieser Zeit.

Von jeder Sorte wurden Proben in einzelnen Zeitabschnitten entnommen und aus diesen nach sorgfältigem Durchmischen eine Gesamtdurchschnittsprobe von 1 kg entnommen.

Zur Vermeidung störender Einflüsse wurden:

1. kleinere leicht abstellbare Mängel in der Sortiervorrichtung beseitigt, z. B. undichte Siebe abgedichtet, einer Vermischung der Sorten in der Nähe ihrer Trennungswände durch deren Erhöhung vorgebeugt;

2. Sieb und Zylinder vor jedem Versuch gründlich gereinigt;

3. die eigentlichen Versuche erst begonnen, wenn die Maschine sich im Beharrungszustand befand; hierdurch sollten Ungleichmäßigkeiten in der Arbeitsweise, wie sie beim Anfahren der Maschine oder bei frisch gereinigten Sortiervorrichtungen oder auch bei starken Belastungsschwankungen vorkommen, ausgeschaltet werden.

2. Feststellung der Gleichmäßigkeit der Schlitzweiten bei Sortierzylindern.

Da beim Sortierzylinder die einzelnen Windungen frei federn, so könnte man vermuten, daß selbst bei ganz

neuen Sortierzylindern die Abstände zwischen den einzelnen Windungen (Schlitzweiten) sehr ungleichmäßig seien und daß diese Ungleichmäßigkeiten einen recht nachteiligen Einfluß auf die Genauigkeit der Sortierung haben. Im praktischen Betrieb werden diese Ungleichmäßigkeiten noch dadurch vergrößert, daß sich Körner zwischen die einzelnen Schlitze festklemmen. Zur Klärung des Zusammenhanges zwischen den Ungleichheiten (Fehlern) der Schlitzweiten und den Sortierfehlern wurden an einigen Dreschmaschinen die Schlitzweiten des vollständig gereinigten Sortierzylinders längs mehrerer Zylindermantellinien vor und nach dem Arbeitsversuch mit dem in Abb. 1 dargestellten Meßkeil gemessen. In der Tabelle 2 sind die Ergebnisse dieser Messungen zusammengestellt, und zwar für den die II. bzw. III. Sorte liefernden Zylinderteil b bzw. a gesondert. In dieser Tabelle bezeichnet V_0 das arithmetische Mittel sämtlicher Schlitzweitenmessungen vor dem Arbeitsversuch, v_0 den entsprechenden Wert für die Messungen nach dem Arbeitsversuch, A_0 das arithmetische Mittel der (für die einzelnen Mantellinien gesondert errechneten) durchschnittlichen Fehler[1]) der Schitzweiten vor dem Versuch, a_0 den entsprechenden Wert für die Messungen nach dem Versuch.

In Spalte 7 ist das Mittel aus A_0 und a_0 angegeben, welches dem durchschnittlichen Zustande des Zylinders während des Arbeitsversuches entsprechen dürfte. In Spalte 8 und 9 sind die nach dem später beschriebenen Verfahren ermittelten Sortierfehler F_{12} (Fehler in der Trennung zwischen I. und II. Sorte) und F_{23} (Fehler in der Trennung zwischen II. und III. Sorte) angegeben.

Es zeigt sich, daß die durchschnittlichen Schlitzweitenfehler bis zu 14,5 v. H. der mittleren Schlitzweite betragen (Ze 1a), also sehr erheblich sind, daß aber zwischen der Größe der durchschnittlichen Schlitzweitenfehler und der Größe der Sortierfehler kein gesetzmäßiger Zusammenhang besteht.

Auffallend ist, daß die mittlere Schlitzweite sowohl des Teils a als auch des Teils b n a c h dem Versuch gegenüber der Schlitzweite v o r dem Versuch in einigen Fällen zu-, in anderen Fällen abgenommen hat. Beispielsweise hat bei Versuch Zc 2 die mittlere Schlitz-

[1]) Als durchschnittlicher Fehler des arithmetischen Mittels ist der Wert bezeichnet: Summe der Abweichungen der einzelnen Messungen vom arithmetischen Mittel dividiert durch die Anzahl der Messungen.

weite des Zylinderteils a um 0,04 mm, die des Teils b um 0,02 mm zugenommen, was bei 45 bzw. 127 Schlitzen einer Zunahme

des Zylinderteils a um $0{,}04 \cdot 45 = 1{,}8$ mm
„ b „ $0{,}02 \cdot 127 = 2{,}54$ „
des ganzen Zylinders um 4,34 mm

entspricht.

Diese Erscheinung ist teils auf Meßfehler, teils vielleicht auf Nachgiebigkeit der Einstellteile oder auf Änderungen der Schlitzweite während der Messung (verursacht durch Erschütterungen der während der Messungen ohne Zylindersortierung weiter arbeitenden Dreschmaschinen) zurückzuführen. Eine zur Ermittlung der Größe des Meßfehlers bei stillstehender Maschine vorgenommene zweimalige Messung der Schlitzweite längs derselben Mantellinien ergab für Zylinderteil a einen Unterschied der beiden mittleren Schlitzweiten von 0,32 v. H., bezogen auf das Mittel dieser beiden mittleren Schlitzweiten, und für den Zylinderteil b einen Unterschied von 0,246 v. H. Bei einer Länge des Zylinderteils a von 225 mm bzw. 731 mm kann man einen Unterschied von 2,52 mm zwischen der nach und vor dem Arbeitsversuch ermittelten gesamten Zylindermenge aus Meßfehlern erklären, wenn man für den Arbeitsversuch gleich große Meßfehler annimmt, wie sie der vorgeschriebene Kontrollversuch ergeben hat. Da beim Arbeitsversuch Zc 2 der Unterschied beider Messungen aber 4,34 mm beträgt, so ist zu vermuten, daß außer den Meßfehlern auch die Erschütterungen das auffallende Ergebnis einer Zylinderlängenänderung während des Versuchs verursacht haben.

III. Ermittlung der Sortierfehler.

Bei der Bewertung der Sortierungsschärfe ist bei den vorliegenden Untersuchungen von dem Gedanken ausgegangen, daß bei einer vollkommenen (idealen) Sortierung jede Sorte nur Körner eines bestimmten Größenbereichs enthalten, daß also die gleiche Korngröße nicht in den verschiedenen Sorten erscheinen dürfte.

Es mußte deshalb vor allem festgestellt werden, wieviel größte, große, mittlere usw. Körner im unsortierten Getreide enthalten waren, und in welchem Verhältnis der Sortierzylinder bzw. das Sortiersieb diese verschiedenen

Körnergrößen auf die einzelnen Sorten verteilt hat. Zu diesem Zweck wurden sämtliche vom sortierten Getreide gezogenen Proben auf einem Apparat nach System „Steinecker" (geliefert von der Glasbläserei des Instituts für Gärungsgewerbe in Berlin) nach Korngröße zerlegt.

1. Größenanalyse der Getreideproben.

a) Der Steinecker-Apparat.

Von mehreren auf einer schwingenden Unterlage ruhenden, übereinander angeordneten Flachsieben (430×150 mm) mit Langschlitzen besitzt das oberste die größte Schlitzweite. Die Schlitzweite der nach unten folgenden Siebe wird in gleichen Abstufungen kleiner. Auf das oberste Sieb wird das zu zerlegende Getreide aufgegeben, darauf das ganze System in der Richtung der Schlitze kräftig hin und her geschüttelt, so daß auf den einzelnen Sieben diejenigen Körner liegen bleiben, die dicker sind als die Schlitze des betreffenden Siebes, aber dünner als die Schlitze aller darüberliegenden Siebe.

Maßgebend für die Korngröße ist also bei der hier gewählten Art der Analyse die Dicke (kleinster Durchmesser) des Korns; seine Länge bleibt für die Beurteilung der Größe außer Betracht. Da man mit den normalerweise bei Steinecker-Apparaten vorhandenen drei Sieben mit 2,8, 2,5 und 2,2 mm Schlitzweite das Getreide nur in vier Körnergrößenklassen zerlegen kann, für den Zweck der vorliegenden Untersuchung aber neun Klassen wünschenswert erschienen, wurden acht Siebe besonders hergestellt. Von diesen hatte das oberste eine Schlitzweite von 3,25 mm; die Schlitzweite jedes folgenden Siebes war um je 0,25 mm kleiner als die des vorangehenden. (Stufenweite = 0,25 mm.)

Bei dem verwendeten Schüttelapparat wurde ohne den die Siebe auf die Unterlage drückenden Bügel gearbeitet, weil bei Verwendung des Bügels die Schüttelwirkung nicht ausreicht, um das Festklemmen der Körner in den Siebschlitzen zu verhüten.

Vorversuche ergaben, daß eine Schüttelzeit von fünf Minuten, wie sie die Firma angab, genügte, um eine Probe vollständig zu zerlegen.

Der Apparat wurde durch einen Elektromotor mit 340 bis 360 U/min. getrieben. Die Drehzahl wurde durch ein Tachometer bei jedem Versuch nachgeprüft.

b) Der Schüttelversuch.

Da die für eine Schüttelung aufzugebende Menge mit Rücksicht auf das Verstopfen der Siebe 100 g nicht überschreiten durfte und die Schüttelzeit 5 Minuten betrug, so konnte abgesehen von den Pausen für das Entleeren und Neubeschicken der Siebe höchstens 1200 g je Stunde auf dem Apparat untersucht werden. Diese beschränkte Leistungsfähigkeit sowie der für das Wägen der erhaltenen Körnermengen erforderliche Zeitaufwand machten es notwendig, sich auf die Zerlegung von 200 g jeder Sortenprobe zu beschränken. Die Zerlegung geschah in 2 Schüttelungen, bei denen je 100 g aufgegeben wurden. Die Körnermengen derselben Größenklasse von beiden Schüttelversuchen wurden zusammen gewogen (siehe jedoch III 1 c).

c) Die Zerlegungsfehler.

Da die Bewertung der Sortierungsschärfe sich auf die Ergebnisse der Schüttelversuche gründet, und somit die bei der Zerlegung auftretenden Fehler die Sicherheit der Bewertung beeinflussen, wurde die Größe der Zerlegungsfehler festgestellt:

Beim Zerlegen jeder siebenten Probe wurden die beiden aus je 100 g aufgegebenen Körnern auf den einzelnen Sieben gewonnenen Körnermengen (Mengen in den einzelnen Größenklassen) gesondert gewogen. Für jedes Sieb wurde die Differenz der beiden gewonnenen Mengen gebildet und diese Differenz in Prozenten des Mittelwertes beider Mengen ausgedrückt. Diese prozentuale Differenz schwankte bei den ausgeführten Untersuchungen zwischen 0,2 v. H. und 28 v. H. und betrug im Mittel 3,93 v. H. Sie war am größten bei den Größenklassen zwischen 3,0 und 1,75 mm.

Die Ursache dieser Fehler ist zu suchen: 1. in Wägefehlern, 2. in Fehlern der Arbeit der Siebe, 3. in Unterschieden in der Zusammensetzung der auf den Schüttelapparat aufgegebenen 100-g-Proben ein und derselben Sorte.

Es wurde weiter untersucht, inwieweit die Stufenweite d. i. die Differenz der mittleren Schlitzweiten zweier aufeinanderfolgenden Siebe gleich war.

Es wurden sämtliche Schlitze der einzelnen Siebe mit dem Meßkeil (Abb. 1) gemessen und das arithmetische

Mittel der Schlitzweiten für jedes Sieb berechnet. In Tabelle 3 sind in Spalte 4 die Abweichungen der tatsächlichen mittleren Schlitzweite von der nominellen (Soll-) Schlitzweite angegeben. In Spalte 5 ist die tatsächliche Stufenweite der Siebe in mm und in Spalte 6 die Abweichung dieser tatsächlichen Stufenweite von der Sollstufenweite (0,25 mm) in Prozent der letzteren eingetragen. Es zeigten sich sehr erhebliche Unterschiede der Stufenweite nur bei den letzten zwei Sieben. Da diese Siebe aber für das Ergebnis der Untersuchung weniger wichtig sind, wurden die Siebe beibehalten.

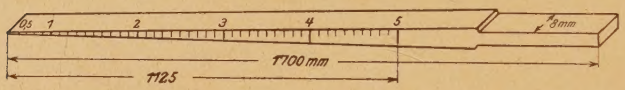

Abb. 1. Meßkeil.

d) Umrechnung der Steineckerzahlen nach dem Ausbeuteverhältnis der Sorten.

Bei der Prüfung einer Sortiervorrichtung wurde festgestellt, wieviel Gramm Körner von 100 g unsortiertem Getreide in die I., II. bzw. III. Sorte gelangte („Ausbeuteverhältnis der I., II. bzw. III. Sorte": Tabelle 4, Mengen der Sorten). Von jeder Sorte wurde eine 200-g-Probe mit dem „Steinecker" in 9 Größenklassen zerlegt; die Mengen dieser Größenklassen wurden gewogen und durch 2 geteilt (Tabelle 4 Spalte c, e, g). Letztere Zahlen („Steinecker-Zahlen") wurden mit dem Ausbeuteverhältnis der betr. Sorte multipliziert und ergaben dann die „reduzierten Körnermengen", welche die Arbeit der zu prüfenden Sortiervorrichtung kennzeichnen. Beispielsweise bezeichnet in Tabelle 4 Zeile 5 Spalte 1 die Zahl 34,104, daß in 100 g unsortiertem Getreide 34,104 g Körner von 2,5—2,25 mm Stärke (Spalte a) enthalten sind; von diesen 34,104 g hat die geprüfte Sortiervorrichtung 15,84 g (Spalte h) in die erste Sorte, 18,14 g (Spalte i) in die zweite Sorte und 0,124 g (Spalte k) in die dritte Sorte gebracht.

Bei denjenigen Zylindermaschinen, welche mehr als drei Sorten lieferten, wurden die Körner benachbarter Sorten im Ausbeuteverhältnis der betr. Sorten zusammengeworfen (addiert) derart, daß immer nur drei Sorten entstanden.

e) Graphische Darstellung der Zusammensetzung des unsortierten und sortierten Getreides.

Zur graphischen Darstellung der Zusammensetzung des unsortierten Getreides sind in Abb. 2 auf der Abszissenachse gleiche Strecken abgetragen, die je eine Körnergrößenklasse darstellen. Über jeder dieser Strecken ist ein Rechteck errichtet, dessen Inhalt angibt, wieviel Gramm Körner der betreffenden Körnergrößenklasse in 100 g unsortiertem Getreide enthalten sind*). Die ganze, oben stufenförmig umgrenzte Fläche gibt ein Bild, wie sich das unsortierte Getreide aus den Körnern der verschiedenen Größenklassen zusammensetzt, und soll „Größenmengendiagramm des unsortierten Getreides" heißen.

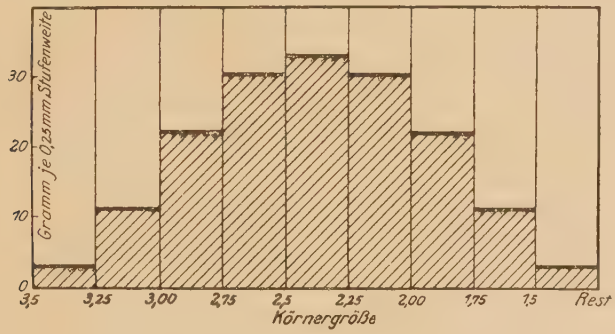

Abb. 2.
Größenmengendiagramm des unsortierten Getreides (Stufenbild).

Die graphische Darstellung der Zusammensetzung des sortierten Getreides geschieht entsprechend und ist beispielsweise für den Versuch Z c 5 in Abb. 3 gezeigt. Zu unterst (unmittelbar auf der Abszissenachse aufstehend) sind in jeder Größenklasse zunächst die weißen Mengenrechtecke für die III. Sorte, darüber die schraffierten Rechtecke für die II. Sorte und zu oberst die weißen Rechtecke für die I. Sorte gezeichnet. Als Rechteckhöhen sind die im vorhergehenden Abschnitt besprochenen „re-

*) Die unter 1,5 mm großen Körner sind wegen ihrer sehr kleinen Menge und daher verschwindenden Bedeutung sämtlich über der einen Strecke der Körnergröße 1,5—1,25 mm (statt über 6 Strecken für die 6 Klassen 1,5—0 mm) aufgetragen.

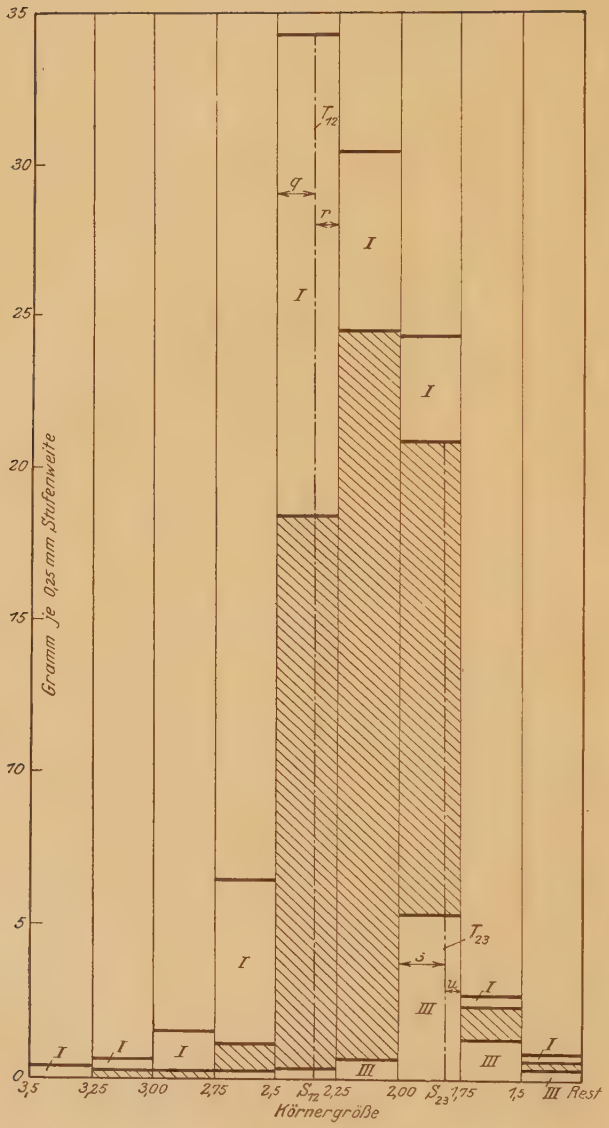

Abb. 3.
Größenmengendiagramm des sortierten Getreides
(Stufenbild auf Grund von Versuch Z c 5).

duzierten Körnermengen" der betreffenden Sorte aufgetragen. Da die Summe der drei Sorten das unsortierte Getreide ergeben muß, so stellt die Gesamtmenge das Größenmengendiagramm des unsortierten Getreides dar. Die einzelnen Rechtecke zeigen, in welchem Verhältnis die Sortiereinrichtung die Körner des unsortierten Getreides in den verschiedenen Größenklassen auf die drei Sorten verteilt hat. Im vorliegenden Beispiel sind fast in allen drei Sorten Körner sämtlicher Größenklassen enthalten. Da bei scharfer Sortierung die I. Sorte nur aus großen, die III. Sorte nur aus kleinen Körnern bestehen dürfte, so ergibt Abb. 3, daß bei dem dieser Figur zugrunde liegenden Versuch die Sortierung unvollkommen war.

In Wirklichkeit sind nun die Körner einer Größenklasse noch untereinander verschieden groß derart, daß sie, nach ihrer Größe nebeneinander gereiht, eine Skala von der oberen bis zu der unteren Grenze der betreffenden Korngrößenklasse ergeben. Man erhält daher ein zutreffenderes Bild von der Getreide- und Sortenzusammensetzung, wenn man nach Abb. 4 etwa die Mittelpunkte

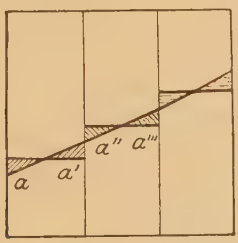

Abb. 4.
Übergang vom Stufenbild zum Kurvenbild.

der oberen zu derselben Sorte gehörigen Rechteckseiten miteinander durch eine Kurve verbindet, und zwar so, daß die gegenüber dem Rechteck entstehenden Abschnitte bzw. Zusatzflächen a bzw. a' und a'' bzw. a''' einander flächengleich sind. Aus Abb. 3 entsteht so Abb. 5 (schematisch gezeichnet), in welcher die Kurve w_{23} die Trennungslinie zwischen II. und III. Sorte, die Kurve w_{12} die Trennungslinie zwischen I. und II. Sorte darstellt.

Im weiteren ist die Kurvendarstellung wegen ihrer größeren Anschaulichkeit zur Erklärung der Bewertungsmethode herangezogen, während für die Berechnung der

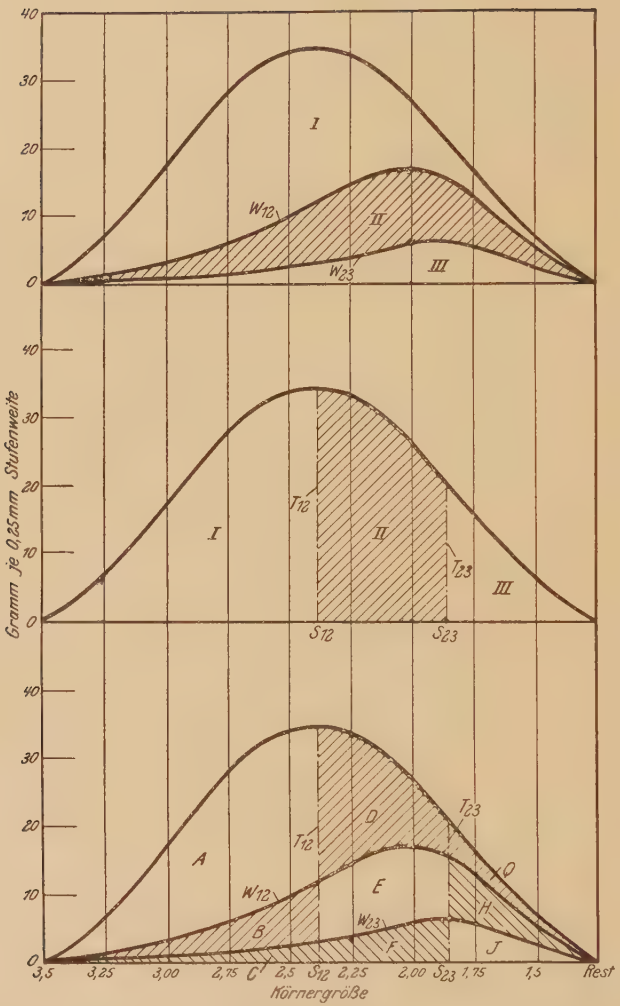

Abb. 5—7.

Abb. 5. Größenmengendiagramm der von der Maschine gelieferten Sorten (Kurvenbild).

Abb. 6. Größenmengendiagramm der idealen Sorten.

Abb. 7. Fehlerflächen des sortierten Getreides. Es bedeutet: schraffiert = falsch sortierte Körner (Fehlerflächen), weiß = richtig sortierte Körner.

Sortierfehler die zwar ungenauere aber wesentlich einfachere Rechteckdarstellung (Stufenbild) der Abb. 3 zugrunde gelegt ist.

2. Methode für die Bewertung der Sortierungsfehler.

a) Vollkommene Sortierung und Kennzeichnung der Sortierfehler.

Eine vollkommene (ideale) Sortierung nach Größe würde eine solche sein, bei welcher in der I. Sorte alle großen Körner, in der II. alle mittleren und in der III. alle kleinen Körner zu finden wären. Im Größenmengendiagramm laufen dann die Sortentrennungslinien parallel zu den Größenklassentrennlinien, also senkrecht zur Abszissenachse, und zwar teilen sie die Fläche des unsortierten Getreides den drei Sorten entsprechend in drei Teile, deren Inhalte zueinander im Ausbeuteverhältnis der drei Sorten stehen. Beträgt beispielsweise bei dem der Abb. 3 zugrunde liegenden Versuch das Ausbeuteverhältnis der I. Sorte 31,2 v. H., das der II. Sorte 61,3 v. H. und das der III. 7,5 v. H., so muß die Linie T_{12} (Trennungslinie zwischen der idealen I. und II. Sorte) so liegen, daß das von ihr links abgeschnittene, der idealen I. Sorte entsprechende Flächenstück 31,2 v. H. der Gesamtfläche des unsortierten Getreides ausmacht; die Linie T_{23} (Trennungslinie zwischen der idealen II. und III. Sorte) muß so liegen, daß das zwischen T_{12} und T_{23} liegende, der idealen II. Sorte entsprechende Flächenstück 61,3 v. H. und das rechts von T_{23} liegende, der idealen III. Sorte entsprechende Flächenstück 7,5 v. H. der Gesamtfläche beträgt. Der Schnittpunkt S_{12} der Trennungslinie T_{12} mit der Abszissenachse liegt bei der Korngröße 2,33 mm, der Schnittpunkt S_{23} der Trennungslinie T_{23} mit der Abszissenachse liegt bei der Korngröße 1,79 mm. Das besagt, daß die ideale I. Sorte alle großen Körner bis herab zu 2,33 mm, die ideale II. Sorte die Körner von 2,33 bis 1,79 mm und die ideale III. Sorte alle kleinen Körner unter 1,79 mm enthalten muß.

In Abb. 7 sind zu den aus Abb. 5 entnommenen Trennungslinien w_{12} und w_{23} der Maschinensorten noch die Trennungslinien T_{12} und T_{23} der idealen Sorten gezeichnet. Die durch die weiße Fläche A dargestellten Körner gehören in die ideale I. Sorte und sind von der Sortiervorrichtung in die I. Maschinensorte gebracht,

Tabelle 1.

Bauart der untersuchten Maschinen und Versuchsergebnisse.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Laufende Versuchsnummer	Bezeichnung der Maschine und des Versuchs	Baujahr	Trommel-		Sortierzylinder-durchmesser	Länge des Zylinders in cm bzw. Größe der Siebfläche in m² für Sorte		Nennstunden-leistung	Getreideart	Schlitzweite des Sortierzylinders*) und Lochweite der Sortiersiebe für Sortierteil		Beobachtete Stundenleistung	Beob. U/min. bei Sortierzylinder bzw. Doppelhube je min. bei Flachsieb	Ausbeuteverhältnis der Sorten I, II, III in Prozent des Gesamtgetreides			Sortierfehler	
			Breite	Durchmesser		II	III			b Sorte II	a Sorte III			I	II	III		
	Zyl.-Masch.		mm	mm	cm	cm	cm	dz/st		mm	mm	dz/st		v.H.	v.H.	v.H.	F_{12}	F_{28}
1	Za 1	1912—1914 / 1923	1680	520	32,5	75,5	36,0	14	W.W.	nicht		18,7	—	60,0	31,0	8,5	77	48
2	„ 2		„	„	„	66,5	„	„	W.H	gemessen		9,6	—	82,0	13,0	4,1	61	67
3	„ 3		„	„	„	„	„	„	„	„		10,5	—	82,0	11,0	5,6	56	71
4	Zb 1		1670	610	50,5	82,8	38,5	15	„	„		6,7	32	41,0	50,0	7,7	52	58
5	„ 2		„	„	„	69,3	„	„	„	„		6,1	„	95,0	2,5	2,4	49	90
6	„ 3		„	„	„	69,3	„	„	„	1,78	1,425	8,2	„	95,0	2,5	1,6	62	74
7	„ 4		„	„	„	73,9	„	„	„	1,925	1,510	7,9	„	90,0	7,0	2,1	45	83
8	„ 5		„	„	„	79,9	„	„	„	2,25	1,905	8,0	„	74,0	22,0	2,8	47	66
9	Zc 1		1500	600	50,5	54,0	31,5	ca.	„	1,575	1,235	5,2	30	96,0	3,1	0,18	61	69
10	„ 2		„	„	„	73,1	22,5	12	„	2,35	1,740	4,6	„	75,0	22,0	1,6	41	29
11	„ 3		„	„	„	84,5	„	÷15	„	2,955	2,380	5,0	„	4,2	69,0	26,7	33	54
12	„ 4		„	„	„	69,9	„	„	„	nicht		5,1	„	89,0	10,0	0,7	64	71
13	„ 5		„	„	„	79,9	„	„	„	gemessen		5,1	„	31,0	61,0	7,5	45	33
14	Zd 1		ca.	ca.	40,5	71,0	40,0	ca.	S.W.	„		19,1	30	9,8	1,4	0,52	50	38
15	„ 2		1600	500	„	81,7	„	20	„	„		22,5	„	93,0	5,2	1,43	57	53
16	„ 3		„	bis	„	86,7	„	„	„	„		21,2	„	8,1	15,0	3,29	75	58
17	„ 4		„	600	„	91,0	„	„	„	„		24,6	„	69,0	25,0	4,93	66	64
18	Ze 1		ca.	„	45,0	65,0	29,5	ca.	W.W.	2,155	1,885	21,7	30	91,0	7,3	1,65	54	47
19	„ 2		1600	„	„	74,0		20	„	2,615	2,325	19,2		79,0	15,0	4,78	51	43
																Mittel =	55	59

	Sieb.-Masch.				m²	m²													
20	S f	1		1700	380	0,12			G H.	5,0	—	4,6	205	32,0	67,0	—	88	—
21	"	2		"		"			S. G.	5	—	4,4	"	75	24	—	79	—
22	"	3		"		"			W.R.	5	—	5,5	"	35	64	—	88	—
23	"	4		"		"			G. H.	5	—	5,0	210	42	57	—	81	—
24	"	5		"		"			"	4	—	5,0	"	59	40	—	101	—
25	"	6		"		"			S. G.	5	—	5,2	215	42	57	—	82	—
26	"	7		"		"			S. G.	4	—	5,2	"	80	19	—	81	—
27	S g	1		1700	360	0,102	0,102		W.R	4	3,0	3,8	200	84	13	2,84	59	56
28	"	2		"	"	"	"		W.H.	4	3	3,6	"	93	5	1,3	66	54
29	"	3		"	"	"	"		"	5	4	3,7	"	75	18	6,4	73	63
30	"	4		"	"	"	"		"	4	3	3,7	"	30	39	30,1	73	62
31	"	5		"	"	"	"		S. G.	4	3	3,2	"	35	45	18,6	77	64
32	"	6		"	"	"	"		"	5	4	3,3	"	70	25	3,86	82	77
33	"	7		"	"	"	"		"	4	3	3,0	"	93	5	1,0	76	87
34	"	8		"	"	"	"		"	5	4	2,8	"	73	23	3,2	79	78
35	"	9		"	"	"	"		W.W.	4	3	2,4	"	83	9,7	6,8	57	92
36	S h	1		1750	440	0,24	0,201		S. G.	4,0	—	9,0	—	96	4,0	—	52	—
37	"	2		"	"	"	"		"	4,5	—	9,1	—	93	6,0	—	67	—
38	"	3		"	"	"	"		W.H.	4,5	4	8,9	—	92	6	1,2	58	61
39	"	4		"	"	"	"		"	4,5	—	9,0	—	96	3	—	78	—
40	S i	1		1750	330	0,138	0,112		W.R.	3,0	—	2,3	—	99	0,7	—	60	—
41	"	2		"	"	"	"		"	3,5	—	2,2	—	96	3,5	—	76	—
42	"	3		"	"	"	"		"	4,0	—	2,0	—	86	13,0	—	61	—
43	"	4		"	"	"	"		"	4,5	4	3,0	—	65	29,0	5,2	71	64
44	"	5		"	"	"	"		"	4,5	4,0	2,4	—	63	32,0	4,4	72	70
																Mittel =	73	69

ca 1920—1923

6 ÷ 7,5 | 5 ÷ 7,5 | 8 ÷ 10,0 | 5 ÷ 6

Es bedeutet:
Z = Dreschmaschine mit Sortierzylinder.
S = Dreschmaschine mit Flachsiebsortierung.
a ÷ i = Kennbuchstaben der einzelnen Maschinen.
1, 2, 3 usw. = Fortlaufende Versuchsnummer jeder einzelnen Maschine.

W.W. = Winterweizen.
W.G. = Wintergerste.
W.R. = Winterroggen.
W.H. = Weißhafer.
G.H. = Gelbhafer.
S.G. = Sommergerste.
S.W. = Sommerweizen.

*) Mittelwert aus der vor und nach dem Arbeitsversuch festgestellten mittleren Schlitzweite (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2.

Ergebnis der Schlitzweitenmessungen an Sortierzylindern.

1	2	Vor dem Versuch 3	Vor dem Versuch 4	Nach d. Versuch 5	Nach d. Versuch 6	7		8	9
Bezeichnung der Maschine und des Versuches	Zylinderteil	Mittlere Schlitzweite $= V_o$	Mittel der durchschnittl. Fehler der Schlitzweite $= A_o$	Mittlere Schlitzweite $= v_o$	Mittel der durchschnittl. Fehler der Schlitzweite $= a_o$	Mittel aus Spalte 4 und 6 / 2 am Zylinderteil b	a	Sortierfehler F_{12}	F_{23}
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	%	%
Zb 3	a	1,44	0,16	1,41	0,18		0,17		74
	b	1,80	0,19	1,76	0,24	0,215		62	
4	a	1,51	0,10	1,51	0,12		0,11		83
	b	1,92	0,13	1,93	0,12	0,125		45	
5	a	1,91	0,18	1,90	0,26		0,22		66
	b	2,24	0,14	2,26	0,22	0,18		47	
Zc 1	a	1,20	0,14	1,27	0,16		0,15		69
	b	1,58	0,19	1,57	0,20	0,195		61	
2	a	1,72	0,13	1,76	0,16		0,145		29
	b	2,34	0,21	2,36	0,22	0,215		41	
3	a	3,39	0,07	2,37	0,11		0,09		54
	b	2,96	0,21	2,95	0,23	0,22		33	
Ze 1	a	1,85	0,27	1,92	0,28		0,275		47
	b	2,15	0,23	2,16	0,27	0,25		54	
2	a	2,36	0,24	2,29	0,24		0,24		43
	b	2,64	0,20	2,59	0,16	0,18		51	

also von der Sortiervorrichtung richtig sortiert worden. Ebenso sind die Körner der weißen Fläche E und J von der Maschine richtig sortiert. Die Körner der schraffierten Fläche B dagegen gehören in die I. ideale Sorte, finden sich aber in der II. Maschinensorte, sind also falsch sortiert worden. Ebenso sind die Körner der schraffierten Flächen D, Q, C, F, H falsch sortiert.

b) Abhängigkeit der Fehler für benachbarte Sorten.

Die Abb. 7 läßt weiterhin erkennen, daß bei gleichem Ausbeuteverhältnis die Größe der Fehlerflächen der einzelnen Sorten voneinander abhängig ist: nimmt man z. B. an, daß die III. Maschinensorte und auch die Fehlerfläche Q unverändert bleibt, daß dagegen die Fehlerfläche B größer wird, d. h., daß mehr große Körner in

die II. Sorte gelangen, so muß die Fläche A der richtig sortierten Körner der I. Sorte kleiner werden. Dagegen muß D größer werden, da die Gesamtfläche der I. Maschinensorte wegen des unveränderten Ausbeuteverhältnisses gleichbleiben soll. Die Vergrößerung von D hat wieder eine Verkleinerung von E zur Folge: es gelangen also mehr mittlere Körner in die I. und weniger richtig sortierte Körner in die II. Sorte, d. h.: mit wachsender Fehlerfläche B der I. Sorte wächst auch die Fehlerfläche D der II. Sorte.

Eine entsprechende Betrachtung für die Fehlerflächen der einander benachbarten II. und III. Sorte führt zu einem gleichen Ergebnis; es zeigt sich somit: bei zwei benachbarten Sorten bewirkt die Vergrößerung bzw. Verkleinerung des Fehlers in der einen Sorte eine Vergrößerung bzw. Verkleinerung des Fehlers in der anderen Sorte. Es ist folglich gerechtfertigt, daß man die bei der Trennung zweier benachbarter Sorten erfolgten Fehler gemeinsam betrachtet; dieses Ergebnis ist in Abschnitt III 2 d verwertet.

Tabelle 3.

Schlitzweitenuntersuchung der Siebe des Schüttelapparates.

1	2	3	4	5	6
Nominelle (Soll-) Schlitzweite	Anzahl der gemessenen Schlitze	arithmetisches Mittel der gemessenen Schlitzweiten	Differenz der mittleren und der nominellen Schlitzweite (Spalte 3 minus Spalte 1)	tatsächliche Stufenweite	Abweichung des tatsächlichen von der Soll-Stufenweite (0,25 mm) in % der Soll-Stufenweite
mm		mm	mm	mm	%
3,25	280	3,075	— 0,17		
				0,235	— 6
3,0	266	2,84	— 0,16		
				0,25	0
2,75	280	2,59	— 0,16		
				0,205	— 18
2,5	294	2,385	— 0,115		
				0,293	+ 17
2,25	350	2,092	— 0,158		
				0,208	— 17
2,0	392	1,884	— 0,116		
				0,349	+ 40
1,75	448	1,535	— 0,215		
				0,151	— 40
1,5	448	1,384	— 0,116		

Tabelle 4.

Beispiel einer Sortierfehlerberechnung.

Zeilenzahl	Nominelle Körnergröße mm	Trennungsgrenzen d. idealen Sortierung (T_{12} u. T_{23}) mm	Bei der Zerlegung von je 100 g jeder Sorte auf dem Steineckerapparat gefundene Größenmengen g			Reduzierte Körnermengen der Sorten g			Zusammensetzung des unsortierten Getreides %	Grenzkurvenwerte der Sorten		
			I.	II.	III.	I.	II.	III.		I.	II.	III.
			Sorte									
	a	b	c	e	g	h	i	k	l	m	n	o
1	3,50 –:– 3,25		0,5	—	—	0,15	—	—	0,15	0,04	0,09	0,011
2	3,25 –:– 3,0		0,95	0,15	—	0,29	0,09	—	0,38	0,11	0,23	0,028
3	3,0 –:– 2,75		4,3	0,15	—	1,34	0,09	—	1,43	0,44	0,87	0,107
4	2,75 –:– 2,5		16,9	1,6	0,05	5,27	0,98	0,003	6,253	1,95	3,83	0,47
5	2,5 –:– 2,25	2,33	50,8	29,6	1,65	15,84	18,04	0,124	34,104	10,64	20,90	2,56
6	2,25 –:– 2,0		18,75	39,3	7,8	5,85	24,10	0,585	30,535	9,52	18,70	2,290
7	2,0 –:– 1,75	1,79	7,75	27,0	72,75	2,42	16,54	5,46	24,42	7,62	15,0	1,831
8	1,75 –:– 1,5		0,3	2,23	14,75	0,09	1,38	1,106	2,576	0,80	1,58	0,193
9	1,5 –:– Rest		0,15	0,4	3,05	0,04	0,24	0,229	0,509	0,15	0,31	0,038
10			100,40	100,45	100,05	31,29 $= V_1$	61,56 $= V_2$	7,507 $= V_3$	100,357	31,27	61,51	7,528

Mengen der Sorten

	Gesamtmengen während des Versuchs	Ausbeuteverhältnis
Sorte I . . .	0,28 dz	31,2 % $= V_1$
„ II . . .	0,55 „	61,3 % $= V_2$
„ III . . .	0,067 „	7,5 % $= V_3$
	0,897 dz	100,0 %

$q = 0{,}68$, $r = 0{,}32$ } $q + r = 1{,}0$

$s = 0{,}82$, $u = 0{,}18$ } $s + u = 1{,}0$

	Nominelle Körnergröße mm	T_{12} mm	Einzelmomente der Rechtecke von B	Rechtecksinhalte von B	Hebelarme von B u. B′	Rechtecksinhalte von B′	Einzelmomente der Rechtecke von B′	Einzelmomente der Rechtecke von D + Q	Rechtecksinhalte von D + Q	Hebelarme von D + Q und D′ + Q′	Rechtecksinhalte von D′ + Q′	Einzelmomente der Rechtecke von D′ + Q′
	a	b	i′ · x_{12}	i′	x_{12}	n′	n′ · x_{12}	h′ · x_{21}	h′	x_{21}	m′	m′ · x_{21}
1	3,5 ÷ 3,25		—	—	4,18	0,09	0,38					
2	3,25 ÷ 3,0		0,29	0,09	3,18	0,23	0,73					
3	3,0 ÷ 2,75		0,20	0,09	2,18	0,87	0,19					
4	2,75 ÷ 2,5		1,16	0,98	1,18	3,83	4,52					
5	2,5 ÷ 2,25	2,33	4,19	12,32	0,34	14,2	4,83	0,82	5,07	0,16	3,41	0,55
6	2,25 ÷ 2,0							4,8	5,85	0,82	9,52	7,82
7	2,0 ÷ 1,75							4,41	2,42	1,82	7,62	13,88
8	1,75 ÷ 1,5							0,26	0,09	2,82	0,8	2,26
9	1,5 ÷ Rest							0,15	0,04	3,82	0,15	0,57
Gesamtmomente der Fehler- bzw. Grenzfehlerflächen:			$5,84 = B \cdot x_{12}$			$B' x_{12} = 10,65$		$10,44 = (D + Q)\, x_{21}$			$(D' + Q') \cdot x_1 = 25,08$	

	Nominelle Körnergröße mm	T_{23} mm	Einzelmomente der Rechtecke von C + F	Rechtecksinhalte von C + F	Hebelarme von C + F und C′ + F′	Rechtecksinhalte von C′ + F′	Einzelmomente der Rechtecke von C′ + F′	Einzelmomente der Rechtecke von H	Rechtecksinhalte von H	Hebelarme von H und H′	Rechtecksinhalte von H′	Einzelmomente der Rechtecke von H′
	a	b	$k' \cdot x_{23}$	k'	x_{23}	o'	$o' \cdot x_{23}$	$i'' \cdot x_{32}$	i''	x_{32}	n''	$n'' \cdot x_{32}$
1	3,5 ÷ 3,25		—	—	6,32	0,01	0,06					
2	3,25 ÷ 3,0		—	—	5,32	0,03	0,16					
3	3,0 ÷ 2,75		—	—	4,32	0,11	0,48					
4	2,75 ÷ 2,5		—	—	3,32	0,47	1,56					
5	2,5 ÷ 2,25		0,28	0,12	2,32	2,56	5,94					
6	2,25 ÷ 2,0		0,78	0,59	1,32	2,29	3,02					
7	2,0 ÷ 1,75	1,79	1,84	4,48	0,41	1,5	0,62	0,27	2,98	0,09	2,7	0,24
8	1,75 ÷ 1,5							0,94	1,38	0,68	1,58	1,07
9	1,5 ÷ Rest							0,40	0,24	1,68	0,31	0,52
Gesamtmomente der Fehler- bzw. Grenzfehlerflächen:			$2{,}90 = (C+F)\,x_{23}$			$(C'+F')\,x_{23} = 11{,}84$		$1{,}61 = H \cdot x_{32}$			$H' \cdot x_{32} = 1{,}83$	

c) Grenzkurven und Grenzfehlerflächen.

Haben wir nun durch Einführung des Begriffes der idealen Sortierung gelernt, Fehler in der Sortierung zu erkennen und graphisch darzustellen, so fehlt uns noch ein Maßstab, um die Größe dieser Fehler zahlenmäßig zu bewerten. Ein solcher Maßstab läßt sich gewinnen, wenn man außer der als obere Grenze geltenden idealen Sortierung noch eine untere Grenze wählt. Als untere Grenze soll hier der Fall gelten, daß die Sortiereinrichtung die Zusammensetzung des Getreides unverändert läßt, so daß das an den einzelnen Ausläufen der Sortiervorrichtung ausfließende Getreide mit dem der Sortiervorrichtung zufließenden Getreide übereinstimmt. Da die Sortiereinrichtung hierbei die Körner jeder Größenklasse im Ausbeuteverhältnis auf die einzelnen Sorten verteilt, so erhält man das Größenmengendiagramm der Sorten, indem man die Höhen der einzelnen Rechtecke des Gesamtgetreides im Ausbeuteverhältnis der Sorten unterteilt (siehe Abb. 8).

Die schematische Abb. 9 zeigt diese Unterteilung in Kurvendarstellung und enthält außerdem die Trennungslinien T_{12} und T_{23} für ideale Sortierung. Die Trennungslinien G_{12} und G_{23} der einzelnen Sorten sollen bei dieser unteren Grenze der Sortierung den Namen „Grenzkurven" erhalten, und die schraffierten Flächen B, C, D, usw. sollen „Grenzfehlerflächen" oder auch kurz „Grenzfehler" heißen. Stellen sie doch die Grenze dar, unterhalb welcher die Fehler bleiben müssen, wenn von einer Sortierung überhaupt die Rede sein soll: gehen die Fehler über diese Grenze hinaus, so ist die Zusammensetzung des „sortierten" Getreides ungünstiger, als die des unsortierten.

d) Grundlage für die Berechnung des Fehlerwertes der Sortierung.

Mit den Trennungslinien der idealen Sortierung T_{12} und T_{23} und den Grenzkurven haben wir nun die Grenzen festgestellt, innerhalb deren sich die Fehler einer Sortierung überhaupt bewegen können: auf der einen Seite eine bestmögliche Sortierung, dargestellt durch die Trennungslinien T_{12} bzw. T_{23}, auf der anderen Seite eine bloße Teilung des Getreides ohne jede Änderung in der Zusammensetzung, dargestellt durch die Grenzkurven G_{12} und G_{23}. Je mehr sich die wirklichen Fehler in

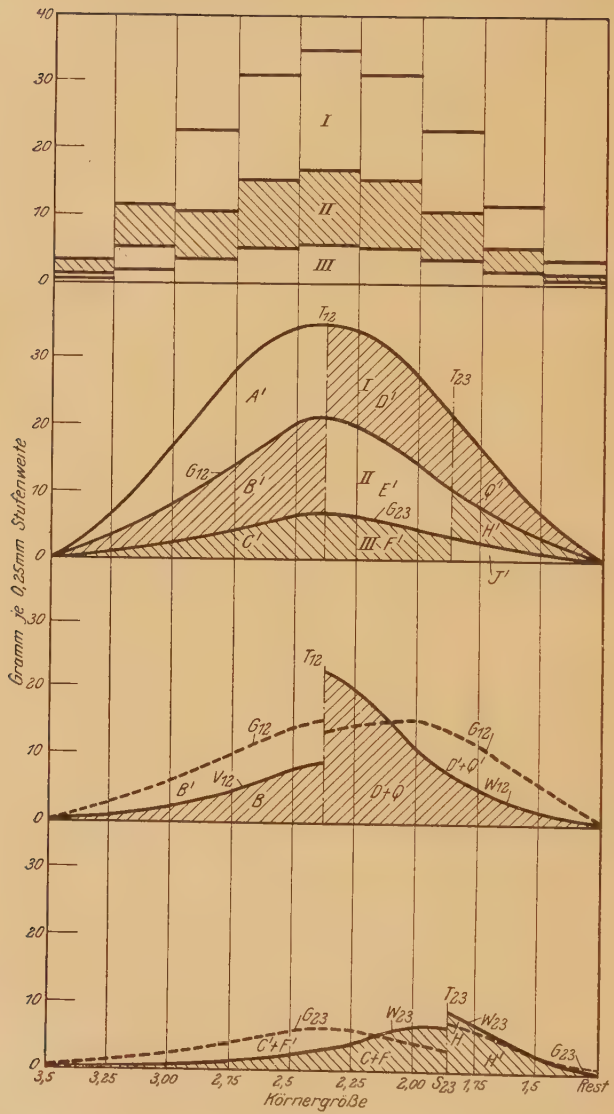

Abb. 8—11.

Abb. 8. Größenmengendiagramm bei Teilung des Getreides im Ausbeuteverhältnis ohne Sortierung (Stufenbild). — Abb. 9. Grenzfehlerflächen des nach dem Ausbeuteverhältnis geteilten Getreides (Fehlerflächen). — Abb. 10. Fehlerflächen und Grenzfehlerflächen laut Abb. 7 und Abb. 9 für die Trennung der I. und II. Sorte (Fehlerflächen schraffiert, Grenzfehlerflächen reichen von der Abszissenachse bis zu den punktierten Linien). — Abb. 11. Fehlerflächen und Grenzfehlerflächen lt. Abb. 7 und Abb. 9 für die Trennung der II. und III. Sorte (Fehlerflächen schraffiert, Grenzfehlerflächen reichen von der Abszissenachse bis zu den punktierten Linien).

ihrer Größe denen der Grenzfehler nähern, d. h. je näher der Quotient aus wirklichen Fehlerflächen und Grenzfehlerflächen an 1 herankommt, desto schlechter muß die Bewertung der Sortierung ausfallen. Man kann daher das Verhältnis von Fehlerflächen zu Grenzfehlerflächen benutzen, um die Größe der Sortierungsfehler zahlenmäßig anzugeben. Da die Fehler zweier benachbarter Sorten voneinander abhängig sind, wie in Abschnitt III 2 b dargelegt ist, so erscheint es richtig, die Fehler für jede Trennungslinie gemeinsam zu betrachten, indem man die Summe der zu einer Trennungslinie gehörigen Fehlerflächen zur Summe der entsprechenden Grenzfehlerfläche ins Verhältnis setzt, also in Abb. 7 und 9: $(B + D + Q) : (B' + D' + Q')$ und $(C + F + H) : (C' + F' + H')$. Die zusammengehörigen Flächen lassen sich in den Abbildungen 7 und 9 schwer übersehen. Es sind deshalb in Abb. 10 für die Trennung zwischen I. und II. Sorte die Fehlerflächen für das sortierte Getreide und die Grenzfehlerflächen (punktiert), und in Abb. 11 gesondert die entsprechenden Flächen für die Trennung der II. und III. Sorte dargestellt. In beiden Abbildungen ist die Abszissenachse als untere Begrenzungslinie für die Fehlerflächen und die Grenzfehlerflächen gewählt. Die Figuren lassen gut erkennen, wie weit sich die von der Maschine gemachten Sortierfehler den Grenzfehlern nähern oder sie noch überschreiten.

Abb. 12 zeigt in Rechteck- (statt Kurven-) Darstellung die Fehler- und Grenzfehlerflächen für die Trennung der I. und II. Sorte beim Versuch Zc5. Sie läßt erkennen, daß die Sortierfehlerflächen in allen Körnergrößenklassen kleiner sind als die Grenzfehlerflächen, bis auf die unmittelbar rechts der T_{12}-Linie liegende, die Körner von 2,33 bis 2,25 mm darstellende Fläche.

e) Grundlage für die Berechnung des Fehlerwertes unter Berücksichtigung des Gewichtes (Bedeutung) der Fehler.

Das oben beschriebene Bewertungsverfahren, bei welchem die Fehlerflächen ins Verhältnis zu den Grenzfehlerflächen gesetzt werden, läßt unberücksichtigt, daß für den praktischen Gebrauch die Fehler der Sortierung um so schwerer ins Gewicht fallen, je weiter die falsch sortierten Körner von der durch die Trennungslinie der idealen Sortierung angegebenen Größengrenze (S_{12} bzw. S_{23}) abliegen, d. h. je größere Körner z. B. in die

letzte Sorte und je kleinere Körner in die I. Sorte gelangen. Um beim Bewertungsverfahren auch diese verschieden große praktische Bedeutung der einzelnen Fehlerflächen zum Ausdruck zu bringen, wurden statt der einfachen Flächeninhalte der Fehlerflächen (B, D, Q, C, F und H), deren Flächenmomente in bezug auf die zugehörige Trennungslinie T, d. h. das Produkt aus Fehlerfläche und Schwerpunktabstand der Fehlerfläche von der Trennungslinie T, in die Rechnung eingeführt. Die Flächenmomente der Fehlerflächen wurden aus der Summe der Momente der sie zusammensetzenden einzelnen Rechtecke errechnet (siehe Abschnitt III 4).

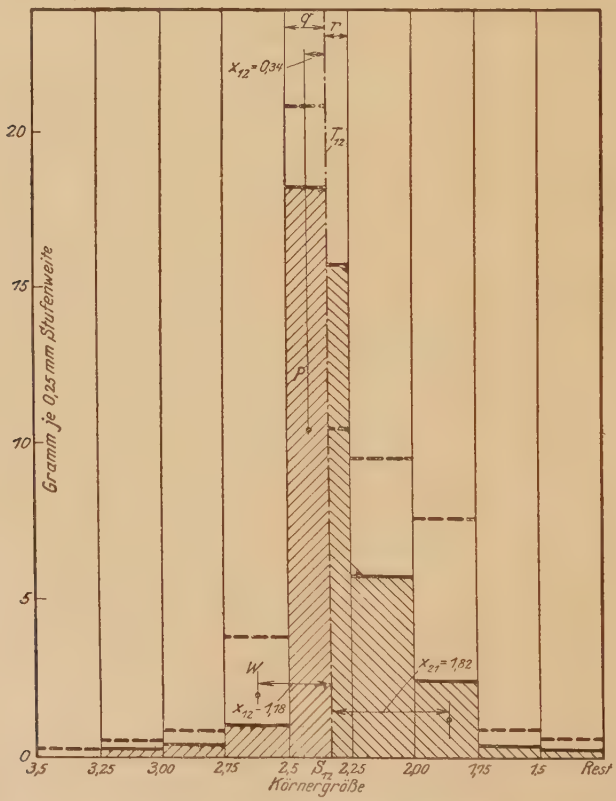

Abb. 12. Fehlerflächen des sortierten Getreides (schraffiert) und Grenzfehlerflächen (punktiert) für die Trennung der I. und II. Sorte für Versuch Zc5 mit eingezeichneten Hebelarmen einzelner Fehlerflächen.

Daß die Fehlerflächen gerade mit dem Schwerpunktsabstand und nicht mit einer Potenz desselben multipliziert wurden, ist gefühlsmäßig festgesetzt; der Versuch, sie mit dem Quadrat des Schwerpunktsabstandes zu multiplizieren, führte zu Ergebnissen, welche unnatürlich anmuten. Die Bestimmung des einzuführenden Exponenten des Schwerpunktabstandes ist eine über das technische Gebiet hinausgehende Aufgabe und hätte so zu erfolgen, daß das Rechnungsergebnis mit der wirtschaftlichen Bedeutung der Sortierungsfehler des zu sortierenden Gutes in Übereinstimmung kommt, wobei die Wirtschaftlichkeit bei Verkauf des Gutes in der üblichen Preisbewertung des Gutes, bei eigener Verwendung des Gutes in der sachlichen Wertsteigerung des Gutes für den Verwendungszweck liegt.

Um also den bei der Trennung zweier Sorten entstandenen Fehler zahlenmäßig auszudrücken, dividieren wir die Summe der Momente der wirklichen Fehlerflächen, bezogen auf die ideale Sortentrennungslinie, durch die Summe der Momente der Grenzfehlerflächen, bezogen auf dieselbe Trennungslinie. Die so erhaltene Verhältniszahl mit 100 multipliziert gibt den Sortierungsfehler in Prozent des Grenzfehlers an. Als Endresultat jeder für einen Sortierversuch mit drei Sorten vorgenommenen Berechnung der von der Sortiervorrichtung gemachten Fehler erhalten wir auf diese Weise zwei Zahlen, von denen die eine (F_{12}) den bei der Trennung der I. und II. Sorte, die andere (F_{23}) den bei der Trennung der II. und III. Sorte gemachten Fehler angibt. Dieser Fehler ist um so größer, je mehr sich F_{12} bzw. F_{23} der Zahl 100 v. H. nähern.

3. Kritik der Bewertungsmethoden an Hand der Versuchsergebnisse.

Die für die Versuche vorgenommenen Fehlerrechnungen haben ergeben, daß in einzelnen Korngrößenklassen die wirklichen Fehler des öfteren die Grenzfehler überschreiten, in diesen Klassen also eine Größenverteilung der Körner eingetreten ist, die schlechter ist, als sie im unsortierten Getreide vorhanden war. Wenn trotz dieser häufigen Überschreitungen der Grenzfehler die bei den Versuchen gewonnenen und in Tabelle 1 zusammengestellten Werte der Sortierfehler (F_{12} und F_{23}) nicht

so hoch ausfallen, wie man das zunächst erwartet, so ist dies darin begründet, daß:

1. die Überschreitungen der Grenzfehler meist nur in der Nähe der Trennungslinien der idealen Sortierung vorkommen (der Hebelarm und damit auch das Moment dieser Fehlerflächen ist hier also klein und beeinflußt den Fehlerwert nur mäßig);
2. in größerer Entfernung von den Trennungslinien die wirklichen Fehlerflächen klein sind, die Sortierung hier also scharf und das Flächenmoment dieser Fehlerflächen trotz der großen Hebelarme klein ist.

Bezüglich des bei der vorbeschriebenen Methode erforderlichen Zeitaufwandes haben die Versuche gezeigt, daß für das Zerlegen der von drei Sorten gezogenen Proben und für die anschließende Rechnung bei Vorhandensein entsprechender Vordrucke und bei genügender Übung des Versuchsanstellers etwa 4½ Stunden erforderlich sind, daß der Zeitaufwand also in erträglichen Grenzen bleibt.

Das hier entwickelte Bewertungsverfahren ist ohne weiteres auf alle Sortierungseinrichtungen anwendbar, welche die Körner nach Größe sortieren (Siebmaschinen, Getreidezentrifugen). Grundsätzlich erscheint es aber auch auf solche Sortiereinrichtungen anwendbar, welche die Körner nach anderen Eigenschaften wie: Gewicht (Tischausleser), Form (Trieur) oder nach zwei Eigenschaften wie: Größe und Gewicht (Windfege) sortieren. Denn für jede Sortierungsart ist eine ideale Sortierung denkbar, bei welcher der Sortierungsfehler Null ist. Setzt man demgegenüber den Sortierfehler des im Ausbeuteverhältnis geteilten (unsortierten) Getreides zu 100 v. H. an, so wird es möglich, den Sortierfehler einer beliebigen Sortierung zahlenmäßig auszudrücken, indem man die Zusammensetzung der Sortierprobe mit der Zusammensetzung des unsortierten und des ideal sortierten Produktes vergleicht. Für die praktische Anwendbarkeit der in dieser Arbeit entwickelten Sortierfehlerbewertung ist aber Voraussetzung, daß ein Apparat vorhanden ist, der die Proben der Sorten nach dem angewandten Sortierprinzip annähernd fehlerlos zu zerlegen gestattet, wie es mit dem Steineckerapparat beim Sortieren nach Größe der Fall ist.

4. Beispiel einer Sortierfehlerberechnung.

In Tabelle 4 ist die Fehlerberechnung für den Versuch Zc 5 angegeben, um zusammen mit den Abb. 3 und 12 den Rechnungsgang zu veranschaulichen.

Spalte a der Tabelle 4 enthält für jede der 9 vom Steinecker-Apparat gelieferten Korngrößenklassen die obere und untere Grenze in mm, z. B. 3,50 bis 3,25. Diesen Werten der Spalte a entsprechen die auf der Abszissenachse der Abb. 3 und 12 aufgetragenen gleichlangen Strecken (siehe Abschnitt III, 1e). Die Spaltenüberschrift „nominelle Körnergröße" soll darauf hinweisen, daß die Schlitzweiten der verwendeten Steinecker-Siebe von den angegebenen Schlitzweiten abweichen.

In Spalte b gibt die obere Zahl 2,33 die Körnergröße an, bei welcher die Trennung zwischen I. und II. Sorte bei idealer Sortierung liegen müßte; die untere 1,79 die Körnergröße, bei welcher die Trennung zwischen II. und III. Sorte bei idealer Sortierung liegen müßte (der Rechnungsvorgang für die Bestimmung der Lage dieser Trennungslinien ist weiter unten angegeben).

Die Spalten c, e und g enthalten die Ergebnisse einer Zerlegung von 100 g der I. bzw. II. bzw. III. Sorte auf dem Steinecker-Apparat in Gramm und gleichzeitig in Prozent. Diese Zahlen sind die Mittelwerte von 2 Schüttelversuchen (siehe Abschnitt III, 1b). Die Vertikalsumme der Spalten c, e und g müßte je 100 ergeben; sie ist jedoch infolge von Wägefehlern meist etwas größer oder kleiner als 100. Für die weitere Rechnung sind diese mit kleinen Fehlern behafteten Werte verwendet, weil die Fehler so klein sind, daß sie das Endergebnis der Rechnung nur ganz unbedeutend beeinflussen.

Aus den Spalten c, e und g werden durch Multiplikation mit den in der Mitte der Tabelle 4 angegebenen Ausbuteverhältnissen V_1, V_2, V_3 die in den Spalten h, i und k eingetragenen „reduzierten Körnermengen" für die Sorten gewonnen. Diese Zahlen geben an, wieviel Gewichtsteile von den in 100 Gewichtsteilen unsortiertem Getreide enthaltenen Körnern in jeder Größenklasse durch das Sortieren in die I., II. bzw. III. Sorte gelangt sind (siehe Abschnitt III, 1d). In Abb. 3 sind die in den Spalten h, i und k angegebenen Werte als Rechtecke in der in Abschnitt III, 1e beschriebenen Weise aufgetragen.

Die Vertikalsumme der Spalten h, i und k ergibt das Gewichtsverhältnis der Sorten, müßte also gleich dem Ausbuteverhältnis V_1 bzw. V_2 bzw. V_3 sein. Diese Vertikalsummen (mit v_1, v_2 und v_3 bezeichnet) weichen etwas von V_1, V_2, V_3 infolge der schon erwähnten Wägefehler bei der Steineckerzerlegung ab. Im Verlaufe der weiteren Rechnung sind jedoch mit Rücksicht auf die Einfachheit der Rechnungskontrolle für die Lage der idealen Trennungslinien und mit Rücksicht auf die Gering-

fügigkeit der Abweichungen die Werte v_1, v_2 und v_3 verwandt worden.

Die Werte der Spalte l sind durch Addition der in derselben Zeile stehenden Werte der Spalten h, i und k gewonnen. Sie geben die Zusammensetzung des unsortierten Getreides nach Korngröße in Gewichtsprozenten an. In Abb. 3 erscheinen die Werte der Spalte l als die zwischen der Abszissenachse und dem obersten Linienzug liegenden Rechtecke (siehe Abschnitt II, 1e).

Die Werte in Spalte m, n und o sind aus l berechnet, indem der Wert der Spalte l mit dem Ausbeuteverhältnis (V_1, V_2, V_3) multipliziert wurde. Sie geben an, wieviel Gramm Körner jeder Größenklasse man in jeder Sorte findet, wenn man 100 g unsortiertes Getreide im Ausbeuteverhältnis in drei Teile teilt (Grenzkurvenwerte, III, 2c).

Die rechnerische Bestimmung der Lage der Trennungslinien der idealen Sortierung (siehe Abschnitt III, 2a) geschieht folgendermaßen: in Spalte l addiert man mit Zeile 1 beginnend so viele aufeinanderfolgende Werte, wie die Summe noch unterhalb des Wertes v_1 bleibt. Im vorliegenden Falle ergibt Zeile 1 bis 4 der Spalte addiert 8,213 g; es fehlen somit zur Erreichung des vollen Wertes von v_1 noch 31,29—8,213 = 23,077 g, die von dem in der nächsten Zeile stehenden Wert 34,104 zu nehmen sind. Das bedeutet in Abb. 3, daß die Trennungslinie T_{12} von dem Rechteck mit dem Inhalt 34,104 links den Teil 23,077 abschneiden muß. Der Punkt S_{12} muß also die Rechteckgrundlinie im Verhältnis 23,077 : (34,104—23,077) teilen. Setzt man die Länge der ganzen Grundlinie gleich eins und bezeichnet q und r den Abstand des Schnittpunktes S_{12} von der nächst höheren bzw. nächst niedrigeren Körnerklassengrenzen, so erhält man $q = (23{,}077 : 34{,}104) \cdot 1 = 0{,}68$ und $r = 1 - q = 0{,}32$. Um die Lage von S_{12} durch die Körnergröße auszudrücken, muß man q mit der Körnergrößenstufe (0,25) multiplizieren und den erhaltenen Wert von der nächstgrößeren Stufengrenze (2,5) subtrahieren; man erhält 2,5 — (0,68 · 0,25) = 2,33 mm. Die Trennungsgrenze zwischen der idealen I. und II. Sorte liegt also im vorliegenden Fall bei einer Korngröße von 2,33 mm. In gleichem Verfahren findet man auch die Lage der Trennungslinie T_{23}, wenn man beachtet, daß das zwischen den beiden Trennungslinien T_{12} und T_{23} liegende Flächenstück des Gesamtgetreides gleich sein muß dem Ausbeuteverhältnis der II. Sorte $v_2 = 61{,}56$. Man muß also zu dem durch die T_{12}-Linie abgetrennten Restwert von 34,104 — 23,077 = 11,027 noch den in Zeile 6 stehenden Wert 30,535 und von den in Zeile 7 stehenden Wert 24,42 den Teil 61,56 — (11,027 + 30,535) = 19,998 addieren. Der Abstand der Trennungslinie T_{23} von der nächsthöheren Größenklassengrenze errechnet sich zu $s = 19{,}998 : 24{,}42 = 0{,}82$, der Abstand von der nächstniedrigeren Größenklassengrenze zu $u = 0{,}18$ und die Lage des Schnittpunktes S_{23} ausgedrückt in Körnergröße zu

$2 - (0{,}25 \cdot 0{,}82) = 1{,}79$ mm. Die durch die Trennungslinie T_{23} in Abb. 3 rechts abgeschnittene gesamte Restfläche entspricht der III. Sorte; der Inhalt muß gleich $v_3 = 7{,}507$ sein.

Die als ideale Sortengrenzen ermittelten Zahlen 2,33 mm und 1,79 mm werden in Spalte b neben die diese Körnergröße umfassende Klasse (Zeile 5 bzw. 7) geschrieben. Nun werden (auf Grund der Darlegungen III 2a) in den Spalten h, i, k, m, n, o diejenigen Körnermengen, welche richtig sortiert sind, unterstrichen; diejenigen, von denen ein Teil richtig sortiert ist, unterpunktiert. Als Fehler bzw. Grenzfehler lassen sich jetzt in diesen Spalten die nicht unterstrichenen Körnermengen und Teile der unterpunktierten Körnermengen erkennen.

In Abb. 12 sind die auf die Trennung der I. und II. Sorte bezüglichen Fehlerwerte (Spalte i, Zeile 1—5 u. Spalte h, Zeile 5—9) als schraffierte Fehlerrechtecke aufgetragen. Die links von T_{12} liegenden Rechtecke bilden die Fehlerfläche B (vgl. Abb. 7), die rechts von T_{12} liegenden Rechtecke die Fehlerflächen D + Q. Der Inhalt dieser Fehlerrechtecke ist in Spalte i und h der Tabelle 4 eingetragen; er ist im allgemeinen gleich den durch die Zahlen der Spalten i bzw. h angegebenen Rechtecken. Nur bei den unmittelbar an den idealen Trennungslinien T_{12} und T_{23} liegenden Fehlerrechtecken muß der Rechteckinhalt aus Grundlinie und Höhe besonders berechnet werden. Beispielsweise errechnet sich der Inhalt 12,32 (Spalte i, Zeile 5) des unmittelbar links von T_{12} liegenden Rechteckes (Abb. 12) aus: 18,14 (Rechteckhöhe lt. Spalte i, Zeile 5) × 0,68 (Rechteckgrundlinie q).

Die Werte der Grenzfehler (Spalte m und n) sind in Abb. 12 punktiert als Rechtecke eingetragen. Bezüglich der Berechnung der in den Spalten n und m angegebenen Inhalte dieser Grenzfehlerrechtecke gilt sinngemäß das für die Fehlerrechtecke Gesagte.

Die Momente der Fehlerflächen B, Q, D usw. in bezug auf eine Trennungslinie sind aus der Summe der Flächenmomente der die betreffende Fehlerfläche zusammensetzenden einzelnen Fehlerrechtecke in bezug auf dieselbe Trennungslinie berechnet. Die Flächenmomente der Fehlerrechtecke für die Trennung der I. und II. Sorte sind in den Spalten $i' \, x_{12}$ und $h' \, x_{21}$ zusammengestellt. Sie sind durch Multiplikation der einzelnen Rechteckinhalte (Spalte i' bzw. h') mit dem Abstand (Hebelarm) x des Rechteckschwerpunktes von der Trennungslinie T_{12} (Spalte x_{12} bzw. x_{21}) gewonnen. Dabei bedeutet:

x_{12} die Hebelarme der zur Fehlerfläche B gehörigen Rechtecke	bezogen auf T_{12}
x_{21} die Hebelarme der zur Fehlerfläche D u. Q gehörigen Rechtecke	

x_{23} die Hebelarme der zur Fehlerfläche C u. F gehörigen Rechtecke . . . . . } bezogen auf T_{23}

x_{32} die Hebelarme der zur Fehlerfläche H gehörigen Rechtecke . . . . . }

An Hand der Abb. 12 ergibt sich beispielsweise der Hebelarm x_{12} des unmittelbar links neben T_{12} liegenden Fehlerrechteckes P zu $\frac{1}{2}$ q = 0,34, der Hebelarm des neben P liegenden Rechteckes W zu q + 0,5 = 1,18, der des nächstfolgenden Rechteckes zu q + 1 + 0,5 = 2,18. Und so ist der Hebelarm jedes weiterhin nach links folgenden Rechteckes um 1 größer als der des vorausgehenden*).

Für die Berechnung der in den Spalten n', x_{12} und m', x_{21} der Tabelle 4 zusammengestellten Momente der Grenzfehlerrechtecke aus den Grenzfehlerrechtecken (Spalte n' und m') ist das gleiche Verfahren angewendet, wie zur Berechnung der Momente der Fehlerrechtecke oben angegeben. Die Hebelarme x_{12} und x_{21} sind für Fehler- und Grenzfehlerrechtecke derselben Größenklasse gleich.

Die Momente B x_{12} und (D+Q) x_{21} der Fehlerflächen und die Momente B'x_{12} und (D'+Q') x_{21} der Grenzfehlerflächen ergeben sich durch Summieren der Spalten i'. x_{12}' bzw. h. x_{21}' bzw. n'. x_{12} bzw. m'. x_{21}.

Die Berechnung der Momente der Fehler- und Grenzfehlerflächen für die Trennung der II. und III. Sorte ist im untersten Teil der Tabelle 4 unter sinngemäßer Anwendung des oben für die Trennung der I. und II. Sorte dargelegten Verfahrens durchgeführt.

Die Rechnung (Tab. 4) ergibt:

das Moment der Fehlerfläche B	in bezug auf T_{12} zu	5,84
das Moment der Fehlerfläche D + Q	in bezug auf T_{12} zu	10,44
Summe M_{12} der Momente der Fehlerflächen B+D+Q	in bezug auf T_{12} zu	16,28
das Moment der Fehlerfläche C + F	in bezug auf T_{23} zu	2,90
das Moment der Fehlerfläche H	in bezug auf T_{23} zu	1,61
Summe M_{23} der Momente der Fehlerflächen C+F+H	in bezug auf T_{23} zu	4,51
das Moment der Grenzfehlerfläche B'	in bezug auf T_{12} zu	10,65
das Moment der Grenzfehlerfl. D'+Q'	in bezug auf T_{12} zu	25,08
Summe M'_{12} der Momente der Grenzfehlerflächen B'+D'+Q'	in bezug auf T_{12} zu	35,73

*) Die unter 1,5 mm großen Körner sind bei der Rechnung so behandelt, als ob sie sämtlich in der Körnergrößenklasse 1,5 ÷ 1,25 mm enthalten wären (siehe Abschnitt III, 1e). Tatsächlich können sie in 6 Klassen enthalten sein und ihre Fehlerflächen können dementsprechend einen größeren als den der Rechnung zugrunde gelegten Hebelarm haben. Die angewandte vereinfachte Behandlung in einer einzigen Klasse erscheint zulässig, da es sich hierbei um sehr geringe, auf das Ergebnis einflußlose Mengen handelt.

das Moment der Grenzfehlerfl. $C' + F'$ in bezug auf T_{13} zu 11,84
das Moment der Grenzfehlerfläche H' in bezug auf T_{23} zu 1,83

Summe M_{23} der Momente der Grenzfehlerflächen $C' + F' + H'$ in bezug auf T_{23} zu 13,67

Den durch die vorliegende Fehlerrechnung zu ermittelnden, von der Sortiereinrichtung der Dreschmaschine bei der Trennung der I. und II. Sorte gemachten Fehler F_{12} in Prozenten des Grenzfehlers erhält man, wenn man den 100fachen Wert von M_{12} durch M'_{12} dividiert. Es beträgt $F_{12} = 100 \cdot \frac{16{,}28}{35{,}73} = 45$ v H.

Den bei der Trennung der II. und III. Sorte gemachten Fehler F_{23} erhält man aus $100\, M_{23} : M'_{23} = 100 \cdot \frac{4{,}51}{13{,}67} = 33$ v H.

IV. Versuchsergebnisse und deren Kritik.

Zum Vergleich der Sortierungsschärfe bei flachen Sortiersieben und bei Sortierzylindern wurde in Tabelle 1 das Mittel der aus den Versuchen errechneten Sortierfehler für beide Maschinengattungen gebildet. Es beträgt:

das Mittel des Sortierfehlers F_{12} zwischen I. und II. Sorte . . . . . bei Zyl.-Masch. 55 v.H.
das Mittel des Sortierfehlers F_{12} zwischen I. und II. Sorte . . . . . „ Sieb- „ 73 v.H.
das Mittel des Sortierfehlers F_{23} zwischen II. und III. Sorte . . . . . „ Zyl.- „ 59 v.H.
das Mittel des Sortierfehlers F_{23} zwischen II. und III. Sorte . . . . . „ Sieb- „ 69 v.H.

Es war also im Mittel die Sortierung bei den Flachsiebmaschinen für alle Sorten schlechter als bei Zylindermaschinen.

Eine Fehlerrechnung für dies Ergebnis wurde nicht vorgenommen, da die Summe der mittleren Fehler der beiden Mittel schon dem Augenschein nach kleiner ist als die Differenz der beiden Mittel.

Der Umstand, daß die zum Versuch herangezogenen Zylindermaschinen im Durchschnitt viel älter waren als die Siebmaschinen, dürfte einigermaßen dadurch ausgeglichen werden, daß die Flachsiebmaschinen in einem Zeitraum hergestellt worden waren, in welchem erfahrungsgemäß die Güte der Werkstattausführung hinter der der Vorkriegszeit zurückliegt.

Ferner zeigte sich:

1. Sowohl unter den Zylinder- als auch unter den Flachsiebmaschinen weisen einzelne Fabrikate einen geringeren Sortierfehler als andere auf.

2. Die Sortierfehler werden um so höher, je größer die Belastung der Sortierfläche ist. (Bei den Sortierzylindern ist hierbei als Sortierfläche die ganze Mantelfläche des Zylinders in Rechnung gesetzt.)

3. Eine Abhängigkeit der Sortierfehler von den Ungleichmäßigkeiten der Schlitzweiten bei Sortierzylindern hat sich nicht durchgängig nachweisen lassen.

4. Ein und dasselbe Fachsieb mit runden Löchern ergab bei ganz verschiedenen Fruchtarten mehrfach dasselbe Ausbeuteverhältnis.

V. Zusammenfassung.

Nachdem in neuerer Zeit einige Fabriken versucht haben, die teueren und empfindlichen Sortierzylinder der kleineren Dreschmaschinen durch die billigeren und widerstandsfähigeren Flachsiebe zu ersetzen, wurden im normalen praktischen Dreschbetrieb mit den in den Wirtschaften vorhandenen Maschinen vergleichende Versuche angestellt, um festzustellen, ob die Billigkeit der Flachsiebsortierung nicht durch Verschlechterung der Sortierungsschärfe erkauft ist. Sie zeigen bei den Flachsieben im allgemeinen eine schlechtere Sortierung als bei den Sortierzylindern.

Zur Beurteilung der Güte der Sortierarbeit wurde ein neues Verfahren ausgearbeitet, welches gestattet, die Sortierfehler zahlenmäßig zu bewerten. Dieses Verfahren ist nicht nur für Getreidekörner, sondern auch für ein beliebiges körniges Sortiergut wie Kohle, Steine anwendbar. Die Anwendbarkeit beschränkt sich nicht auf Maschinen, die nach Größe der Körner sortieren (Siebmaschinen), sondern sie erstreckt sich auch auf Maschinen, die nach Körnergewicht oder Form sortieren (Schüttelausleger, Windfege, Trieur), falls es gelingt einen Apparat zu finden, welcher gestattet, die von der zu prüfenden Sortiervorrichtung bezogenen Proben nach den jeweils angewandten Sortierprinzip fast fehlerlos zu zerlegen.

W. Büxenstein, Berlin SW 48.

Es ist dem Verfasser eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Martiny und seinem Assistenten, Herrn Ingenieur Vorbach, für die stetige Förderung der Arbeit seinen höflichen Dank auszusprechen.

Gleichzeitig nimmt der Verfasser an dieser Stelle Gelegenheit, allen Landwirten, an deren Maschinen er Versuche anstellen konnte: den Herren

Administrator Meyer zu Hartlage, Versuchsfeld Halle,
Stadtgutpächter Voigt, Stadtgut Halle,
Rittergutspächter Arnicke, Beesen,
Administrator Mohr, Wallwitz,
Rittergutsbesitzer Major Otto, Passendorf,
Jentzsch, Heizweißig bei Bitterfeld,
Hoffmann, Reideburg,
Schlurick, Hohen bei Niemberg,
Gutezeit, Trotha,
Dornau, Groß-Kugel,
Bachran, Dornstedt, und
Administrator Hilmer, Domäne Lettin,

für das bereitwilligste und entgegenkommendste Interesse ergebenst zu danken.

Geboren am 11. Februar 1898 zu Ludwigshafen a. Rhein als Sohn des praktischen Arztes Dr. F. Sick und seiner Ehefrau Else, geb. Mieg, absolvierte ich im Sommer 1916 das Realgymnasium zu Mannheim.

Nach einjähriger praktischer Lehrzeit auf einem mittleren hessischen Gutsbetrieb leistete ich $^5/_4$ Jahr Kriegsdienst als Fußartillerist. Vom Frühjahr 1919 bis Herbst 1921 war ich als Volontär, Verwalter und leitender Beamter auf zwei mittleren Gutsbetrieben Süddeutschlands und einem Großbetrieb Mitteldeutschlands tätig. Darauf besuchte ich für zwei Semester die Landwirtschaftliche Hochschule in Hohenheim und studierte weitere vier Semester in Halle a. Saale, wo ich mich insbesondere mit landwirtschaftlichem Maschinenwesen und Pflanzenzüchtung befaßte. Im Sommer 1924 legte ich daselbst das landwirtschaftliche Diplomexamen ab.